

## \* NOVA \*

N. 145 - 19 SETTEMBRE 2010

ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI

### IL FISICO CHE MISURÒ LA VELOCITÀ DELLA LUCE

*Il 19 settembre ricorrono i 300 anni dalla morte di **Ole Christensen Rømer** (o Roemer o Römer), astronomo danese che per primo misurò la velocità della luce. A lui sono stati dedicati un asteroide (2897 Ole Römer), e, sulla Luna, un cratere e una scarpata di 110 km (Römer e Rimae Römer, v. carta 25 dell'Atlante di RükI). Lo ricordiamo con un articolo di **Piero Bianucci** apparso, il 31 agosto scorso, sul sito Internet de "La Stampa".*

Trecento anni fa, il 19 settembre 1710, in seguito a calcoli renali che gli tormentarono gli ultimi anni di vita, si spegneva Ole Roemer, l'astronomo danese che per primo riuscì a misurare la velocità della luce: una conquista scientifica fondamentale, annunciata il 22 settembre 1675 con una "memoria" all'*Académie des Sciences* di Parigi.

Indicata con  $c$  – iniziale del latino *celeritas* – la velocità della luce è una costante universale che, tra l'altro, sta alla base della relatività speciale di Einstein (1905). E infatti la troviamo nella più celebre delle formule,  $e = mc^2$ , dove  $c$  elevato al quadrato è il fattore di moltiplicazione che converte la massa in energia.

Ma quella storica misura fu anche rivoluzionaria dal punto di vista filosofico perché liberò il campo dall'antica convinzione, tutta metafisica, o se volete tutta magica, secondo la quale la propagazione dei raggi luminosi sarebbe stata istantanea, cioè avverrebbe a velocità infinita. A dimostrare che, pur essendo molto grande, la velocità della luce è limitata, aveva provato, ma senza successo, Galileo Galilei. L'esperimento, riferito solo molto più tardi nel "Saggi" dell'Accademia del Cimento (1667), consisteva nello scoprire sulla cima di una collina una lanterna nascosta da un drappo; a tre chilometri di distanza su un'altra collina una seconda lanterna veniva scoperta appena percepita la luce della prima. Peccato che i riflessi umani abbiano tempi di alcuni decimi di secondo, mentre la luce percorre i tre chilometri in un centomillesimo.

Nato a Aarhus, Jutland, il 25 settembre 1644, Ole Christensen Roemer studiò astronomia a Copenaghen con Erasmus Bartholin (1625-1698), matematico, fisico e medico, scopritore della doppia rifrazione della luce sulla calcite (carbonato di calcio) e della Sindrome di Patau,

dovuta, come si scoprirà in tempi recenti, alla trisomia del cromosoma 13.



Un ritratto di Ole Rømer.

Roemer fu il primo ad applicare a un telescopio una montatura equatoriale, ciò che permette di inseguire comodamente gli astri compensando la rotazione terrestre; intuì il fenomeno dell'aberrazione della luce poi scoperto da Bradley; cercò di misurare la parallasse delle stelle; perfezionò il micrometro e costruì perfetti meccanismi che riproducevano il moto dei pianeti, collaborò all'acquedotto di Versailles. Più avanti negli anni, ebbe anche incarichi politici: si occupò della Zecca danese, fu borgomastro di Copenaghen nel 1705 e consigliere di stato l'anno dopo. Purtroppo dei suoi molti lavori non si è salvato quasi nulla: andarono distrutti nell'incendio che devastò Copenaghen il 21 ottobre 1728.

Decisivo per la sua vita fu l'incontro con l'abate e astronomo francese Jean Picard, che nel 1671 si recò all'Osservatorio di Copenaghen per organizzare una misura di longitudine con il metodo delle eclissi dei satelliti di Giove già immaginato dallo stesso Galileo e poi ripreso a Parigi da Giovanni Domenico Cassini.

Stabilire la longitudine in mare aperto era all'epoca un problema di importanza capitale per la navigazione, e quindi per i commerci e le operazioni militari. Picard capì subito che Roemer era un giovane sveglio e lo sollecitò a misurare i

tempi delle eclissi del satellite Io, il più vicino a Giove. Il progetto si tradusse nell'osservazione di 140 eclissi compiute a Uraniburg, nell'isola di Hven, dove Tycho Brahe aveva costruito il suo osservatorio. Il giovane danese fece un lavoro fu così accurato che otto mesi dopo Picard lo convinse a trasferirsi all'Osservatorio di Parigi. Qui Roemer rimarrà per dieci anni, fino al 1681, quando tornerà in Danimarca in seguito a contrasti con Cassini, personaggio che non aveva certo un buon carattere. A Parigi ebbe invece la stima e l'amicizia di Huygens, a sua volta, manco a dirlo, in pessimi rapporti con l'astronomo italiano. Roemer aveva applicato ai denti delle ruote la curva chiamata epicicloide (quella descritta da un punto su una circonferenza che rotola su un'altra circonferenza fissa e sullo stesso piano) con il risultato che il profilo epicicloide assicurava agli ingranaggi una perfetta trasmissione del moto. Huygens, che con gli ingranaggi aveva a che fare per il suo orologio a pendolo, era la persona più adatta ad apprezzare questa idea di Roemer.

La scoperta della velocità finita della luce fu un sottoprodotto delle accurate osservazioni delle eclissi dei satelliti di Giove fatte per la misura della longitudine: spesso nella scienza succede che gli effetti collaterali di una ricerca si rivelino più importanti dell'obiettivo primario della ricerca stessa. Messi di fronte alle tabelle di previsione delle eclissi e ai loro tempi effettivamente misurati al telescopi, Cassini, Picard e Roemer constatarono che c'era un errore sistematico: quando Giove era più lontano dalla Terra, i tempi reali ritardavano rispetto a quelli previsti. Anche Cassini prese in considerazione la possibilità che ciò fosse dovuto al fatto che quando Giove è più lontano la luce deve percorrere una distanza maggiore e quindi noi vediamo le eclissi con un certo ritardo, ma poi rigettò questa ipotesi non osando andare contro l'autorità della tradizione che voleva infinita la velocità dei raggi luminosi. Roemer invece si convinse che nelle tabelle delle eclissi si nascondeva la prova della velocità finita della luce. Nel 1676 predisse il ritardo che si sarebbe osservato in una eclisse di Io, e i fatti gli diedero ragione. Cassini aveva eseguito un magnifico e paziente lavoro di osservazione, ma il pregiudizio ideologico gli impedì di capire ciò che aveva osservato.

In quel tempo però la stima delle distanze tra i pianeti, e quindi tra la Terra e Giove, era ancora alquanto imprecisa, sicché Roemer sottostimò la velocità della luce di circa un terzo. L'importanza scientifica del suo risultato rimane quindi

essenzialmente concettuale, qualitativa e non quantitativa.

Passano quasi due secoli. Nel 1849 Hippolite Fizeau tentò una misura diretta, come aveva provato a fare Galileo, inviando un raggio di luce tra il terrazzo della casa dei suoi genitori a Suresnes e Montmartre, distanti 8633 metri. L'apparecchiatura escogitata funzionava grazie a una ruota con 720 denti e uno specchio rotante. La prima eclisse del raggio si verificò quando la ruota dentata raggiungeva i 12 giri e mezzo al secondo. Ne veniva fuori una velocità della luce di 315.300 chilometri al secondo, risultato ancora abbastanza lontano dal vero. Le Verrier chiese a Foucault di migliorare quel dato perché gli interessava mettere a confronto la sua misura della velocità della luce ottenuta con un metodo prettamente astronomico e indiretto con un'altra misura ottenuta invece in modo prettamente fisico e diretto.

Foucault mise a punto un esperimento che aveva progettato già nel 1850. Si trattava, in sostanza, di un perfezionamento del sistema di Fizeau. Da un lato c'era una ruota dentata che con i suoi 400 denti interrompeva a intervalli regolari un raggio di luce, dall'altro lato uno specchio rotante a 400 giri al secondo. Variando le velocità di rotazione, si otteneva una situazione nella quale il tempo di andata e ritorno della luce coincideva con lo spostamento di un dente e l'eclisse del raggio: dalla distanza tra specchio e ruota dentata si deduce la velocità della luce. All'inizio Foucault ottiene il valore di 308 mila km/s ma poi il risultato che appare più attendibile è di 298 mila chilometri al secondo. Il 22 settembre 1862 Le Verrier, un po' ottimisticamente, annuncia questo dato come approssimato a 500 km/s.

Nel 1872 Alfred Cornu riprende le misure perfezionando la tecnica e interponendo tra ruota e specchio la distanza di 10 chilometri che separa l'Ecole Polytechnique e il Mont Valérien: ottiene così una velocità di 298 500 chilometri al secondo. Due anni dopo, Cornu ripete l'esperimento sul tragitto fra l'Osservatorio di Parigi e la torre di Montlhéry. Da una parte c'è un telescopio rifrattore da 38 centimetri, dall'altra un rifrattore da 15 munito di specchio. La sorgente luminosa è un pezzetto di gesso riscaldato al calor bianco da un cannello a gas. Benché il raggio di luce sia del tutto invisibile, centinaia di persone assistono alla misura come a un evento mondano. L'esito è di 300 400 km/s con una incertezza stimata in 300 km. Il valore moderno è intermedio tra i due: 299 792 458 chilometri al secondo.

**PIERO BIANUCCI**